植 物 分 类 学 报 32 (1): 41—48 (1994)
Acta Phytotaxonomica Sinica

植物染色体图象分析数据库在芸苔族分类研究中的应用*

蓝泽蘧 许介眉 杨 毅 李旭锋 黄 建 连小华
(四川大学生物系，成都 610064)
游志胜
(四川大学计算机科学系，成都 610064)

APPLICATION OF THE DATABASE OF CHROMOSOME IMAGE ANALYSIS IN TAXONOMICAL STUDIES OF BRASSICEAE

Lan Ze-qu Xu Jie-mei Yang Yi Li Xu-feng
Huang Jian Lian Xiao-hua
(Department of Biology, Sichuan University, Chengdu, 610064)
You Zhi-Sheng
(Department of Computer Science, Sichuan University, Chengdu, 610064)

Abstract Recently the authors applied the chromosome image analysis in the study of Brassiceae and obtained the following results. 1. The authors apllied the image analysis for the first time in the study of the karyotype of 13 species of Brassiceae. The karyotype data, karyograms, idiograms and karyotype formulae of *Raphanus sativus* var. *raphanistroides* and *Sinapis alba* are reported in this paper. 2. The authors have established the database of chromosome image analysis of Cruciferae, including five genera and 13 species. This is the first database of chromosome image analysis of Cruciferae in China and abroad. 3. The authors applied the database of chromosome image analysis for the first time in the taxonomical studies of Brassiceae, for example, to study the relationship and evolution of some species of *Brassica*. As a result they got some karyotype data which might be useful to plant taxonomists. It is suggested that the database of chromosome image analysis be very useful to

---

* 国家教委博士点基金资助项目。
1991-07-24 收稿。

the plant taxonomical studies.

Key words database; chromosome image analysis; Brassiceae; taxonomical study

摘要 本文首次用电脑图象分析手段对芸苔族5属13种植物进行了核型分析。其中蓝花子 *Raphanus sativus* var. *raphanistroides*、白芥 *Sinapis alba* 等植物的核型分析结果，都是国内外首次报道的。笔者建立了十字花科芸苔族植物的染色体数据库，这是国内外第一个专科性的植物染色体图象分析数据库，并且首次将染色体图象分析数据库应用于分类学研究。例如，比较分析芸苔族植物种间的亲缘关系和分类地位，以及探索物种之间的演化关系，得到了若干新的核型论据。笔者认为，植物染色体图象分析数据库在植物分类学研究中具有应用前景。

关键词 数据库；染色体图象分析；芸苔族；分类学研究

植物核型分析资料在植物学的理论研究和实际应用上都具有重要意义。为提高分析效果、精确度和速度。国内外不少学者将电脑技术用于核型分析。Fukui (1986) 等，取得了较好的研究结果。但是，直到目前还未见到芸苔族植物这方面研究的报道。近年来，我们用电脑技术对芸苔族植物核型进行了系统研究，建立了国内外第一个芸苔族植物染色体图象分析电脑数据库，并初步用于分类群间亲缘关系的研究。本文报道这方面研究结果。

材 料 和 方 法

本试验选用了芸苔属7个种和2个变种：其中萝卜属1变种；芝麻菜属1种和1变种；诸葛菜属1种和1变种及白芥属1种。凭证标本详见表1。凭证标本存于四川大学植物标本馆 (SZ)。

进行染色体制片时，将种子置于22℃恒温箱中萌发，待根长约1.5—2.5 cm时，用以α—溴代萘饱和水溶液为溶剂配制的0.05%肥皂草素混合液，在10℃下整体处理3小时，经水洗后用卡诺氏固定液固定4—24小时，转入1mol/L盐酸中于60℃解离10—12分钟，用蒸馏水洗数次后，切取根尖置于载片上，用苯酚品红染色、压片、镜检、显微照相和制片。每种材料观察5—10个个体的30—50个根尖细胞的染色体并计数，选取染色体分散良好、着丝粒及随体清楚的5—10个细胞直接作为输入媒介，或显微照相后制成黑白照片作为输入媒介。

染色体分类根据Levan等 (1964) 提出的标准。染色体图象分析时，使用电子计算机 (IBM PC/AT) 及图象分析仪 (MIAS—200) 进行以下工作。(1) 图象获取：用显微摄象系统将染色体图象输入图象分析仪并数字化，用512×512元素的矩阵表示和存贮。(2) 图象处理：包括进行几何校正，阴影校正，噪声滤除，图象编辑等。(3) 分析测量：包括自动寻找染色体的着丝粒，测量臂长、计算臂比，进行染色体配对和排列修正，以及提出核型分析各项参数及核型模式图。(4) 数据库建立：将芸苔族植物5属13种的染色体原始图象及核型数据贮存于电脑中，可随时查阅使用。

表 1　芸苔族植物核型电脑数据库贮存的若干数据

Table 1　Some data stored in the database of karyotype image analysis of Brassiceae by using computer

植物名称 Plant name	染色体数目 Chromosome number	核型公式 Karyotype formula	凭证标本 Voucher
黑芥 *Brassica nigra*	8　16	10m+6sm (4SAT)*	罗鹏 10101
芥蓝 *B. alboglabra*（尖叶旱花芥蓝）	9　18	8m+10sm (2SAT)	罗鹏 10102
甘蓝 *B. oleracea* var. *capitata*	9　18	16m+2sm (2SAT)*	罗鹏 10103
芸苔（油菜）*B. campestris*	10　20	12m+6sm+2st (2SAT)*	罗鹏 10104
油白菜 *B. chinensis* var. *oleifera*	10　20	14m+4sm+2sm (2SAT)*	罗鹏 10105
芜青 *B. rapa*	10　20	14m+4sm+2sm (2SAT)*	罗鹏 10106
埃塞俄比亚芥 *B. carinata*	17　34	28m+6sm (2SAT)*	罗鹏 10107
芥菜（芥菜型油菜）*B. juncea*	18　36	20m+14sm+2st (2SAT)*	罗鹏 10108
欧洲油菜（甘蓝型油菜）*B. napus*	19　38	34m+2sm+2st (2SAT)*	罗鹏 10109
蓝花子 *Raphanus sativus* var. *raphanistroides*	9　18	18m (2SAT)	张兆清 10201
芝麻菜 *Eruca sativa*	11　22	16m (2SAT) +6sm (2SAT)	张兆清 10301
绵果芝麻菜 *E. sativa* var. *eriocarpa*	11　22	18m (2SAT) +4sm (2SAT)	张兆清 10302
诸葛菜 *Orychophragmus violaceus*	12　24	18m (2SAT) +6sm (2SAT)	张兆清 10401
毛果诸葛菜 *O. violaceus* var. *lasiocarpus*	12　24	16m+8sm (4SAT)	张兆清 10402
白芥 *Sinapis alba*	12　24	4m+20sm (4SAT)*	张兆清 10501

* 为 4 个品种或品系的基本核型公式

结 果 和 讨 论

作者对芸苔族植物的核型进行了系统研究，收集和研制了 5 属 13 种，70 个品种的染色体标本，利用电脑图象分析软件，对上述样本进行核型分析。每个物种或品种按多个样本综合平均，得出其核型参数、核型图、核型模式图及核型公式等。建立了包括染色体图象、核型参数、核型图、核型模式图、核型公式在内的染色体电脑图象分析数据库。此数据库可以用来进行增删、修改、查询、检索，它可容纳的染色体原始图象、核型参数、核型图、核型模式图，其总量不受限制，20MB 磁盘可容纳 2000 份材料的核型数据。

数据中存贮部分染色体图象，核型参数、核型图、核型模式图、核型公式等参阅表 1、表 2、表 3、图 1、图 2、图版 1、图版 2，图版 3，图版 4。

我们应用此数据库对芸苔族分类群间的亲缘关系和分类地位进行比较、分析如下：

1. Appelqvist 等(1972)认为，油白菜是芸苔的一个变种 *Brassica campestris* var. *chinensis*。而刘后利等（1985)、周太炎等（1987）则认为油白菜是青菜的一个变种 *B. chinensis* var. *oleifera*。我们比较了核型电脑数据库存贮的有关数据，它们的核型公式是：油白菜为 2n=20=14m+4sm+2st (2SAT)；芸苔为 2n=20=12m+6sm+2st (2SAT)。并且油白菜的形态和芸苔的有明显差异，如油白菜的基生叶发达，其叶片全缘，或仅有不明显钝齿；而芸苔的基生叶不发达，其叶片羽裂，边缘有不整齐弯缺牙齿，具一至数对侧裂片等。因此我们认为，油白菜的核型数据为其定名为另一物种的变种，即：*B. chinensis*

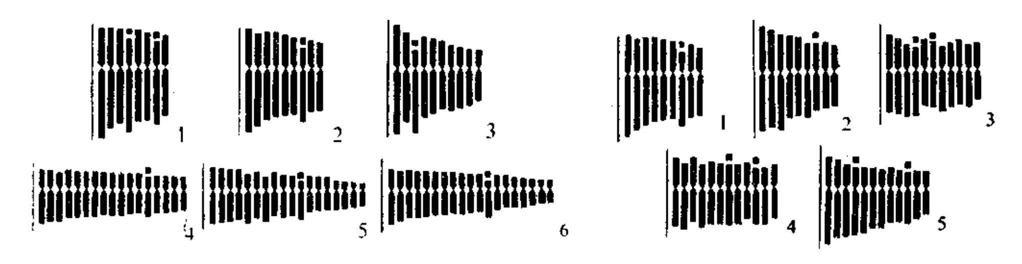


图1 芸苔属几种植物的基本核型模式图

Fig. 1 Idiograms of some species of *Brassica*

1. *Brassica nigra*; 2. *B. oleracea* var. *capitate*; 3. *B. campestris*; 4. *B. carinata*; 5. *B. juncea*; 6. *B. napus*.

图2 芸苔族几种代表植物的核型模式图

Fig. 2 Idiograms of some species of Brassiceae

1. *Brassica oleracea*; 2. *Raphanus sativus* var. *raphnistroides*; 3. *Eruca sativa*; 4. *Orychophragmus violaceus*; 5. *Sinapis alba*.

表2 芸苔属几种植物的核型数据（存贮在电脑数据库中）

Table 2 Some data of karyotype analysis of Brassica (stored in the database by using computer)

染色体号数 Chromosome number	染色体参数 chromosome data	黑芥 *Brassica nigra*	甘蓝 *B. oleracea var. capitata*	芸苔 *B. campestris*	埃塞俄比亚芥 *B. carinata*	芥菜 *B. juncea*	欧洲油菜 *B. napus*
1	R. L.	9.52+5.32 =14.84	8.49+5.31 =13.80	8.76+5.90 =14.66	4.72+2.76 =7.48	4.58+3.35 =7.93	4.73+2.90 =7.63
	A. R.	1.79	1.60	1.48	1.71	1.37	1.63
	C. T.	sm	m	m	sm	m	m
2	R. L.	8.22+5.56 =13.78	7.70+4.74 =12.44	7.20+4.94 =12.14	4.29+2.68 =6.97	4.38+3.31 =7.51	4.36+2.59 =6.95
	A. R.	1.48	1.62	1.46	1.60	1.40	1.68
	C. T.	m	m	m	m	m	m
3	R. L.	7.48+5.38 =12.86	6.92+5.00 =11.92	8.65+2.47 =11.12	4.31+2.42 =6.73	4.20+3.02 =7.22	3.87+2.74 =6.61
	A. R.	1.39	1.38	3.50	1.78	1.39	1.41
	C. T.	m	m	st (SAT)	sm	m	m
4	R. L.	8.47+3.89 =12.36	6.56+4.89 =11.45	6.52+4.38 =10.90	3.75+2.76 =6.51	3.94+2.98 =6.92	3.81+2.60 =6.41
	A. R.	2.18	1.34	1.49	1.36	1.32	1.47
	C. T.	sm (SAT)	m	m	m	m	m
5	R. L.	7.17+5.07 =12.24	6.30+4.59 =10.89	5.96+4.16 =10.12	3.83+2.53 =6.36	4.51+2.20 =6.71	3.69+2.53 =6.22
	A. R.	1.41	1.37	1.43	1.51	2.05	1.46
	C. T.	m	m	m	m	sm	m
6	R. L.	7.11+4.82 =11.93	6.14+4.32 =10.46	5.51+3.82 =9.33	3.78+2.40 =6.18	3.76+2.65 =6.41	3.55+2.55 =6.10
	A. R.	1.48	1.42	1.44	1.58	1.42	1.39
	C. T.	m	m	m	m	m	m
7	R. L.	7.60+3.52 =11.12	7.13+2.97 =10.10	5.67+3.20 =8.87	3.60+2.48 =6.08	4.28+1.96 =6.24	3.40+2.46 =5.86
	A. R.	2.16	2.40	1.77	1.45	2.18	1.38
	C. T.	sm (SAT)	sm (SAT)	sm	m	sm	m
8	R. L.	6.55+4.33 =10.88	5.93+3.90 =9.83	5.39+2.87 =8.26	3.57+2.37 =5.94	3.47+2.55 =6.02	3.26+2.45 =5.71
	A. R.	1.51	1.52	1.88	1.51	1.36	1.33
	C. T.	m	m	sm	m	m	m

续表 2

染色体号数 Chromosome number	染色体参数 chromosome data	黑芥 *Brassica migra*	甘蓝 *B. oleracea var. capitata*	芸苔 *B. campestris*	埃塞俄比亚芥 *B. carinata*	芥菜 *B. juncea*	欧洲油菜 *B. napus*
9	R. L.		5.67+3.44 =9.11	4.94+2.75 =7.69	3.55+2.27 =5.82	3.69+2.12 =5.81	3.35+2.21 =5.56
	A. R.		1.65	1.80	1.56	1.74	1.52
	C. T.		m	sm	m	sm	m
10	R. L.			4.33+2.58 =6.91	3.52+2.14 =5.66	3.38+2.17 =5.55	3.25+2.13 =5.38
	A. R.			1.68	1.64	1.56	1.53
	C. T.			m	m	m	m
11	R. L.				3.32+2.19 =5.51	3.96+1.28 =5.24	3.05+2.10 =5.15
	A. R.				1.52	3.09	1.45
	C. T.				m	st (SAT)	m
12	R. L.				3.24+2.19 =5.43	2.85+2.09 =4.94	3.81+1.21 =5.02
	A. R.				1.48	1.36	3.15
	C. T.				m	m	st (SAT)
13	R. L.				3.62+1.79 =5.41	2.67+1.96 =4.63	2.80+2.00 =4.80
	A. R.				2.02	1.36	1.40
	C. T.				sm (SAT)	m	m
14	R. L.				3.24+2.07 =5.31	2.63+1.76 =4.39	2.57+1.93 =4.50
	A. R.				1.57	1.49	1.33
	C. T.				m	m	m
15	R. L.				3.16+1.94 =5.10	2.74+1.34 =4.08	2.49+1.68 =4.17
	A. R.				1.63	2.04	1.48
	C. T.				m	sm	m
16	R. L.				3.01+1.91 =4.92	2.45+1.25 =3.70	2.47+1.42 =3.89
	A. R.				1.58	1.96	1.74
	C. T.				m	sm	sm
17	R. L.				2.78+1.84 =4.62	2.33+1.13 =3.46	2.27+1.34 =3.61
	A. R.				1.51	2.06	1.69
	C. T.				m	sm	m
18	R. L.					2.16+1.08 =3.24	2.09+1.28 =3.37
	A. R.					2.00	1.63
	C. T.					sm	m
19	R. L.						1.95+1.19 =3.14
	A. R.						1.64
	C. T.						m
核型公式 karyotype formula		2n=16=10m +6sm (4SAT)	2n=18=16m +2sm (2SAT)	2n=20=12m +6sm+2st (2SAT)	2n=34=28m +6sm (2SAT)	2n=36=20m +14sm+2st (2SAT)	2n=38=34m +2sm+2st (2SAT)
Note	R. L. Relative length; A. R. Arm ratio; C. T. Chromosome type.						

表 3 芸苔族几种植物的核型数据（贮存在电脑数据库中）
Table 3 Some Data of karyotype Analysis of Brassiceae Plants (Stored in the Database)

染色体序号 *chromosome No.*	染色体参数 *Chromosome data*	芸苔属 *Brassica* 甘兰 *B. oleracea* var. *capitata*	萝卜属 *Raphanus* 兰花子 *R. sativus* var. *raphanistroides**	芝麻菜属 *Eruca* 芝麻菜 *E. sativa*	诸葛菜属 *Orychophragmus* 诸葛菜 *O. violaceus*	白芥属 *Sinapis* 白芥属 *S. alba**
1	R. L.	8.49+5.31 =13.80	8.08+6.34 =14.42	5.66+4.83 =10.49	5.35+4.19 =9.54	7.52+4.30 =11.82
	A. R.	1.60	1.27	1.17	1.28	1.75
	C. T.	m	m	m	m	sm
2	R. L.	7.70+4.47 =12.44	7.50+5.76 =13.26	5.94+4.44 =10.38	5.69+3.43 =9.12	6.72+3.87 =10.59
	A. R.	1.62	1.30	1.34	1.66	1.74
	C. T.	m	m	m	m	sm
3	R. L.	6.92+5.00 =11.92	7.89+5.23 =13.12	6.27+3.46 =9.73	4.77+4.10 =8.87	6.45+3.28 =9.73
	A. R.	1.38	1.51	1.81	1.16	1.97
	C. T.	m	m	sm	m	sm
4	R. L.	6.56+4.89 =11.45	6.29+5.08 =11.37	6.06+3.17 =9.23	5.51+3.21 =8.72	6.29+2.90 =9.19
	A. R.	1.34	1.24	1.91	1.72	2.17
	C. T.	m	m	sm (SAT)	sm	sm (SAT)
5	R. L.	6.30+4.59 =10.89	6.05+4.84 =10.89	4.83+4.20 =9.03	4.93+3.61 =8.54	6.02+2.90 =8.92
	A. R.	1.37	1.25	1.15	1.37	2.08
	C. T.	m	m	m	m	sm
6	R. L.	6.14+4.32 =10.46	6.20+3.92 =10.12	5.14+3.78 =8.92	4.99+3.34 =8.33	5.43+2.85 =8.28
	A. R.	1.42	1.58	1.36	1.49	1.91
	C. T.	m	m	m (SAT)	m	sm
7	R. L.	7.13+2.97 =10.10	5.37+3.92 =9.29	5.70+2.99 =8.69	5.08+3.18 =8.26	5.32+2.58 =7.90
	A. R.	2.40	1.37	1.91	1.60	2.06
	C. T.	sm (SAT)	m (SAT)	sm	m (SAT)	sm
8	R. L.	5.93+3.90 =9.83	5.08+3.97 =9.05	5.12+3.56 =8.68	5.02+3.15 =8.17	4.57+2.85 =7.42
	A. R.	1.52	1.28	1.44	1.59	1.60
	C. T.	m	m	m	m	m
9	R. L.	5.67+3.44 =9.11	4.94+3.53 =8.47	4.83+3.83 =8.66	4.41+3.46 =7.87	4.46+2.53 =6.99
	A. R.	1.65	1.40	1.26	1.27	1.76
	C. T.	m	m	m	m	sm
10	R. L.			5.12+3.20 =8.32	4.96+2.66 =7.62	4.73+2.26 =6.99
	A. R.			1.60	1.86	2.09
	C. T.			m	sm (SAT)	sm (SAT)
11	R. L.			4.19+3.49 =7.68	4.99+2.60 =7.59	4.14+2.36 =6.50
	A. R.			1.20	1.92	1.75
	C. T.			m	sm	sm
12	R. L.				4.22+3.15 =7.37	3.44+2.26 =5.70
	A. R.				1.34	1.52
	C. T.				m	m
核型公式 Karyotype formula		2n=18=16m +2sm (2SAT)	2n=18=18m (2SAT)	2n=22=16m (2SAT) + 6sm (2SAT)	2n=24=18m (2SAT) + 6sm (2SAT)	2n=24=4m+ 20sm (4SAT)
Note	R. L. Relative ength; A. R. Arm ratio; C. T. Chromosome type.					

var. *oleifera* 提供了论据。

2. 在芸苔属植物的双染色体组种如 B. carinata，B. juncea 和 B. napus，是由单染色体组种，B. nigra，B. oleracea 和 B. campestris 等演化而来的。我们比较核型数据库中的有关数据，注意到下列情况：基本核型公式，*B. nigra* 的是 2n＝16＝10m＋6sm (4SAT)，*B. oleracea* 的是 2n＝18＝16m＋2sm (2SAT)，*B. campestris* 的是 2n＝20＝12m＋6sm＋2st (2SAT)，*B. carinata* 的是 2n＝34＝28m＋6sm (2SAT)，*B. juncea* 的是 2n＝36＝20m＋14sm＋2st (2SAT)，*B. napus* 的是 2n＝38＝34m＋2sm＋2st (2SAT)。即异源多倍体 *B. carinata* 的染色体组大体包含 *B. nigra* 和 *B. oleracea* 的染色体组，n＝17＝8＋9，无近端着丝粒染色体；*B. juncea* 的染色体组大体包含 *B. nigra* 和 *B. campestris* 的染色体组，n＝18＝8＋10．具近端着丝粒染色体；*B. napus* 的染色体组大体包含 *B. oleracea* 和 *B. campestris* 的染色体组，n＝19＝9＋10，具近端着丝粒染色体。再从上述植物的形态来看，*B. napus* 在形态上具有 *B. oleracea* 的形态特征，如叶蓝绿色，花较大，有长爪；也具有 *B. campestris* 的形态特征，如花黄色，有的茎生叶基部耳状等。*B. juncea* 在形态上具有 *B. nigra* 的形态特征，如种子具明显窝孔，植株有辛辣味；也具有 *B. campestris* 的形态特征，如叶绿色，花较小，爪不明显等。此外，许多学者进行过芸苔属基本种合成异源多倍体的试验。如 Nagahara (1935)、Frandsen (1947)、Rudorf (1950)、Olsson (1960)、Sarashims (1964)、葛扣麟 (1964)、栗根义 (1988) 等用 *B. oleracea* 和 *B. campestris* 杂交，合成了 *B. napus*。Sikka (1940)、Ramanujam 等 (1943)、Olsson (1960)、Prakash (1973) 用 *B. nigra* 和 *B. campestris* 杂交，合成了 *B. juncea.*。Frandsen (1947) 用 *B. nigra* 和 *B. oleracea* 杂交，合成了 *B. carinata* 等。根据以上论据，可以论断芸苔属的异源多倍体系由基本种衍生而来。上述芸苔属植物的核型数据为 Nagahara (1935) 的假说提供了核型论据。

3. 初步探讨芸苔族属间的进化：我们在芸苔族中，初步研究了芸苔属 *Brassica*、萝卜属 *Raphanus*、芝麻菜属 *Eruca*、诸葛菜属 *Orychophragmus*、白芥属 *Sinapis* 等几种植物的核型，为探讨芸苔族属间的进化关系积累了若干数据。我们准备继续进行芸苔族植物更多属、种的核型电脑图象分析，并将根据上述各属植物的形态特点，结合它们的核型特征，对照 Levitzky (1931) 和 Stebbins (1971) 的核型进化理论进行综合分析，期望对芸苔族植物分类群间的亲缘、进化关系提出有参考价值的核型论据。

参 考 文 献

刘后利. 1985. 油菜的遗传和育种. 上海：上海科技出版社, 11—12.

周太炎. 1987. 中国植物志, 第 33 卷, 北京：科学出版社.

洪德元. 1990. 植物细胞分类学. 北京：科学出版社, 7—11.

栗根义. 1988. 人工合成甘蓝型油菜的方法和效果的研究. 油菜研究年报. 武汉：华中农业大学. 28—30.

葛扣麟. 1964. 芸苔属植物的新种合成及其细胞遗传学研究 I. 一个人工合成欧洲油菜 *Brassica napus* 的研究. 复旦大学学报, 9 (3)：392—452.

Appelqvist L-A, Ohlson R. 1972. Rapeseed. Amsterdam, London, New York: Elsevier Publishing Co. 34—48.

Frandsen K J. 1947. The experimental formation of Brassica napus and B. carinata. Dansk Botanisk Arkiv. **12** (7): 1—16.

Fukui K. 1986. Theoretical and Applied Genetics. **72**: 27—32.

Levan G, Fredga K, Sandberg A A. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas. **52**: 201—220.

Levitzky G A. 1931. The karyotype in systematics. Bull Appl Bot Genet Plant Breeding. **27**: 220—240.

Nagahara U. 1935. Genome analysis in Brassica with special reference to the experimental formation of B. napus and peculiar mode of fertilization. Japanese Jour Bot. **7**: 389—452.

Olsson G. 1960. Interspecific hybridization in Brassica. I. Artificial rapeseed Brassica juncea. Hereditas. 46 (1—2): 171—223.

Olsson G. 1960b. Interspecific hybridization in Brassica. Ⅱ. Artificial rapeseed Brassica napus. Hereditas. 46 (4): 351—388.

Prakash S. 1973. Artificial formation of Brassica juncea Coss. Genetica. 44 (2): 249—262.

Ramanujum S. Srinirasachar. D. 1943 · Cytogenetic studies of Brassica and artificial formation of B. juncea. Indian Jour. Genetics and Pl. Breeding. **3** (2): 73—78.

Rudorf W. 1950. Characteristics and productivity of synthesized forms of rapeseed. Ztschr. Pflanzenz. **29**: 35—54.

Sarashima M. 1964. Breeding of artificial rapeseed B. napus. Jap. Jour. Breeding. (14): 226.

Sikka S M. 1940. Cytogenetics of some species of Brassica and their hybrids. Jour. Genetics. **40** (3): 441—509.

Stebbins. G L. 1971: Chromosomal Evolution in Higher Plants. London: Edward Arnold. 185—212.

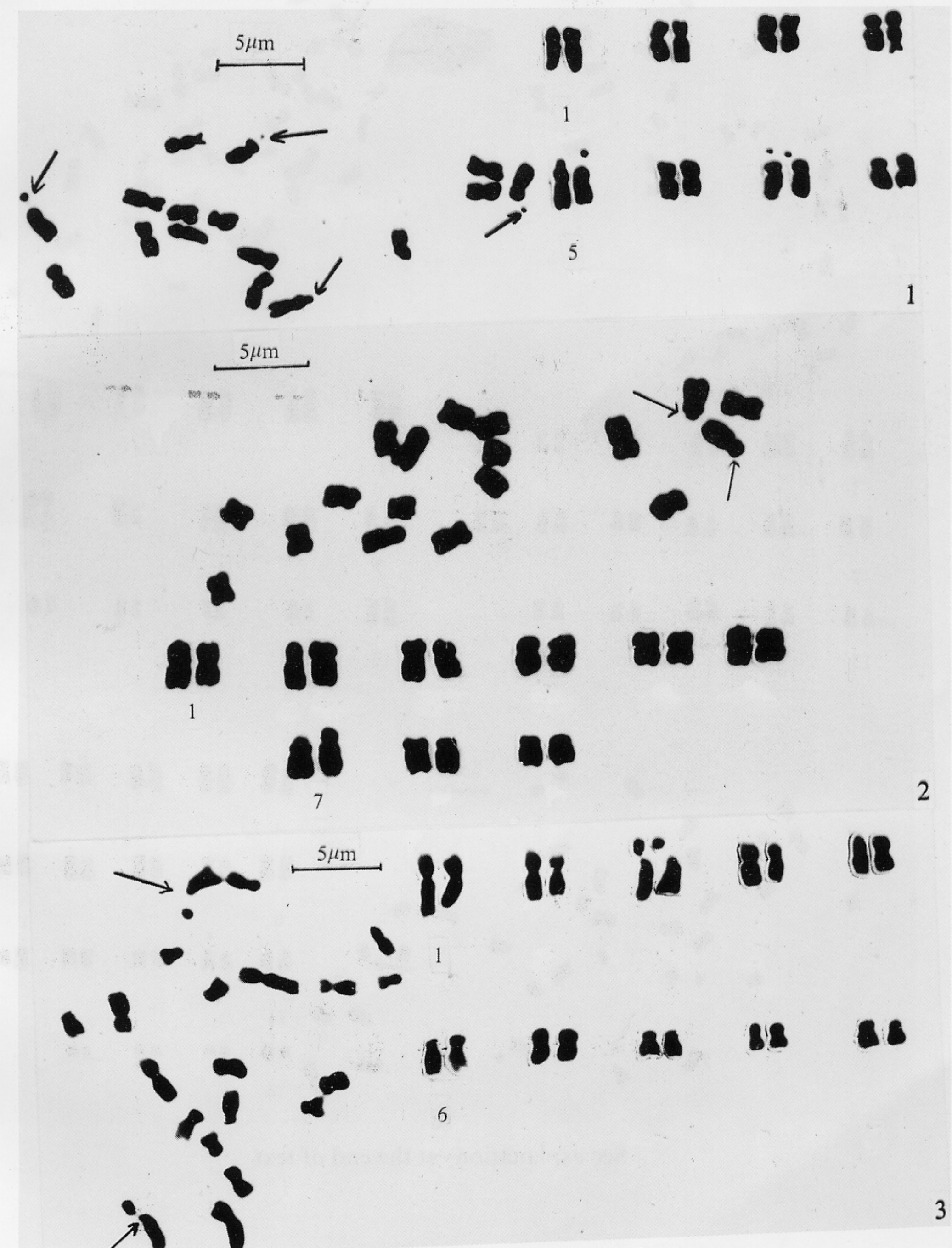
图 版 说 明 Explanation of the plates

Plate 1: 1. *Brassica nigra*; 2. *B. oleracea*; 3. *B. campestris*.

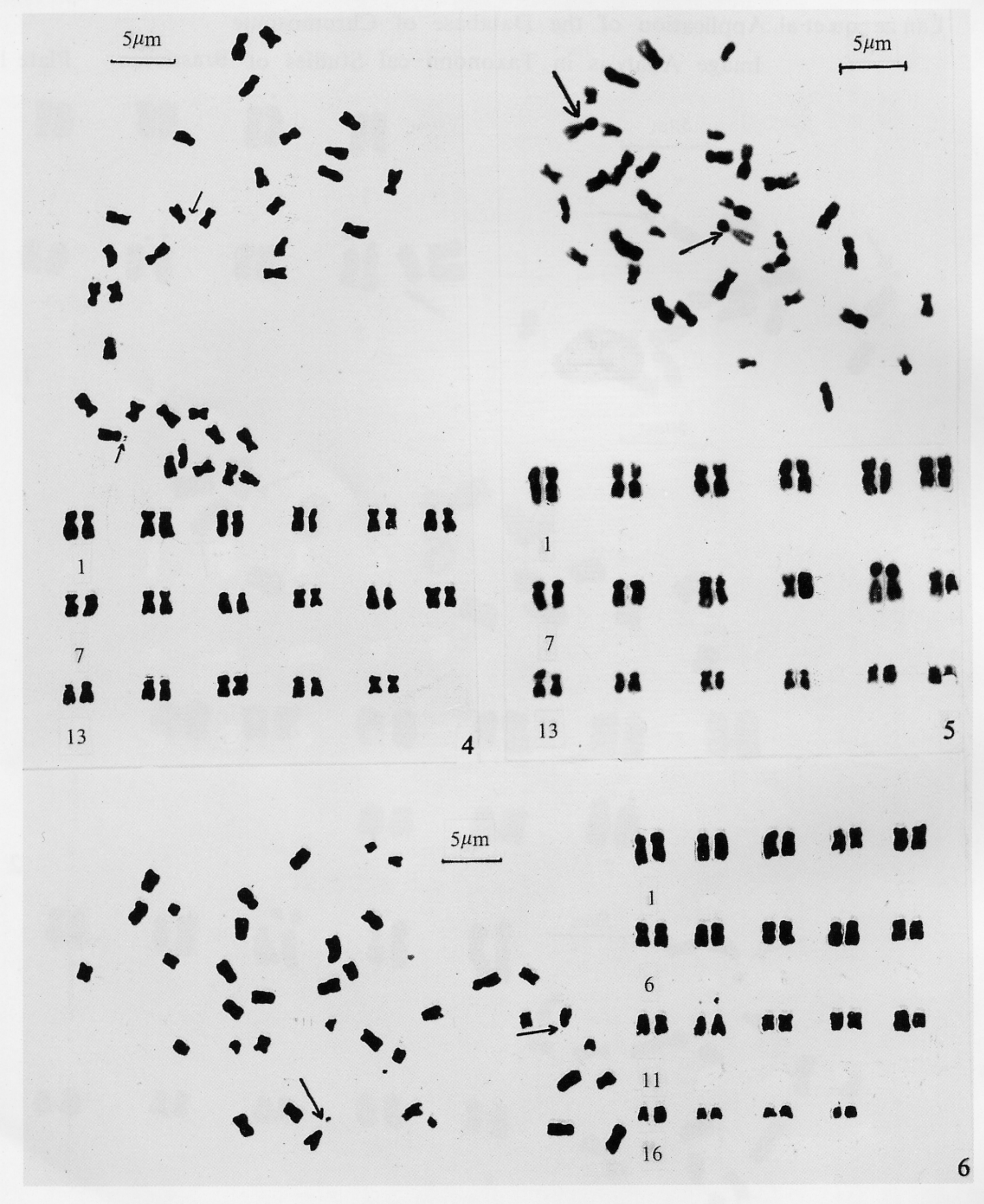
Plate 2: 4. *B. carinata*; 5. *B. juncea*; 6. *B. napus*.

Plate 3: 7. *Brassica oleracea*; 8. *Raphanus sativus* var. *raphanistroides*; 9. *Eruca sativa*.

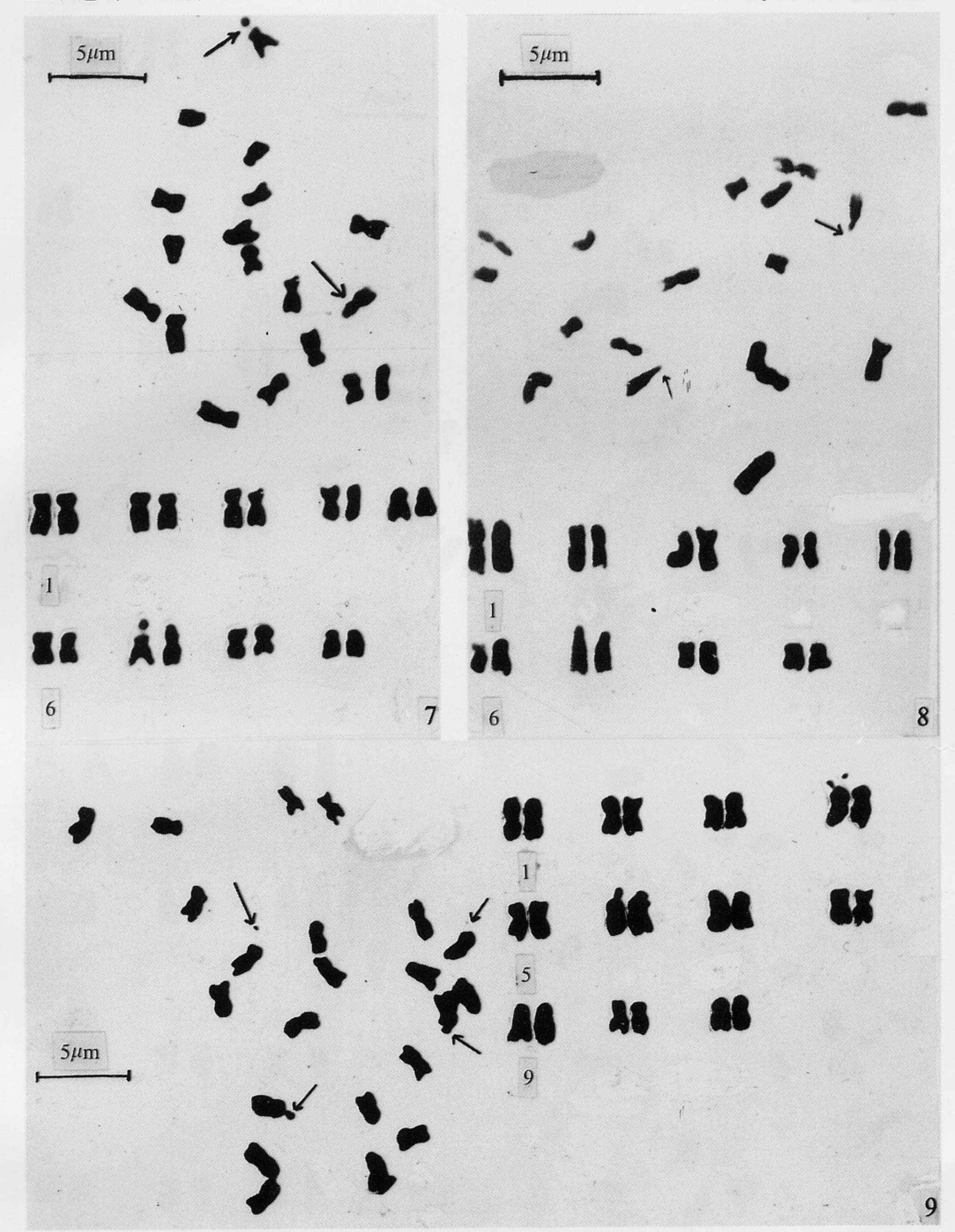
Plate 4: 10. *Orychophragmus violaceus*; 11. *Sinapis alba*.



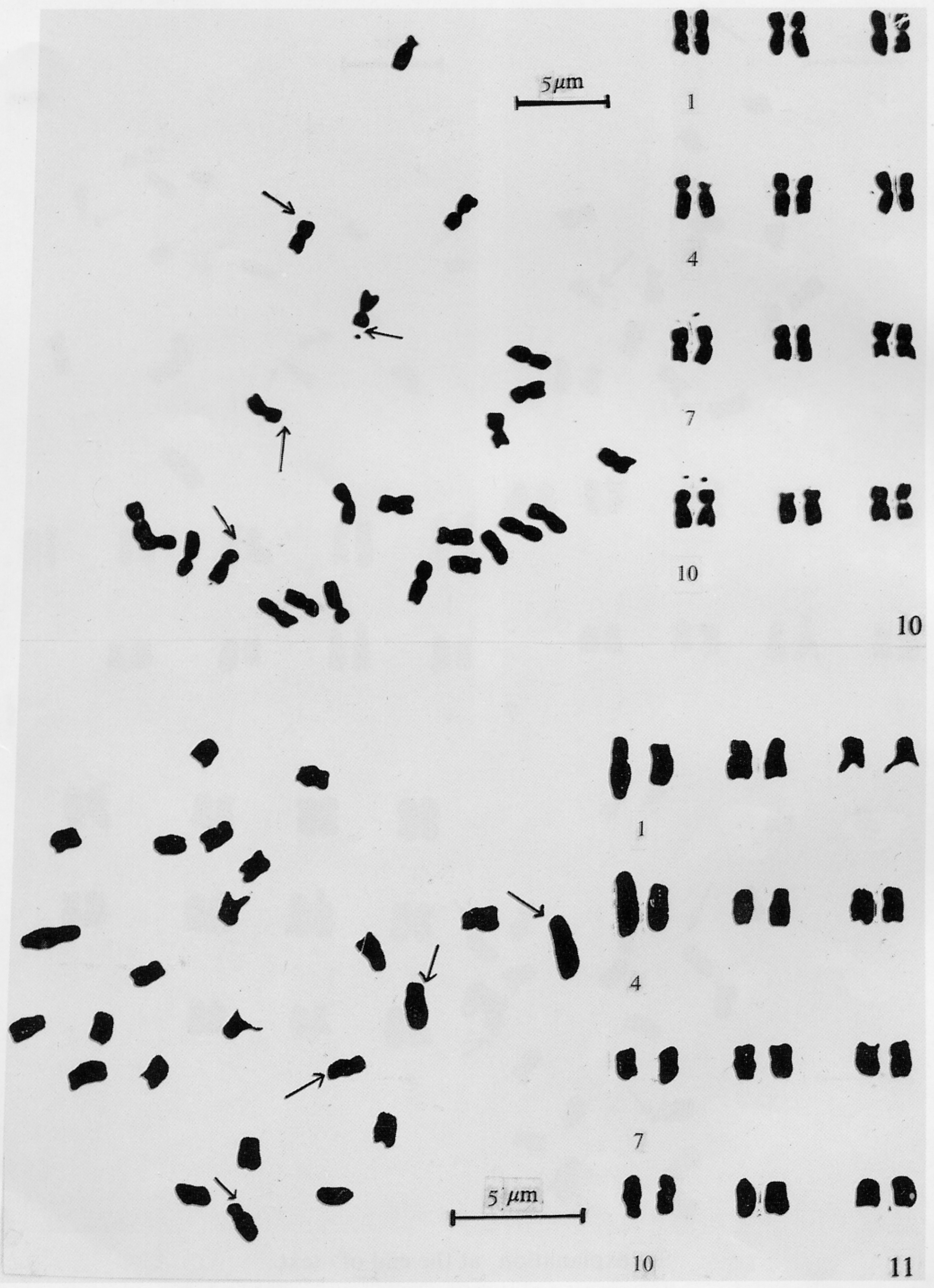
See explanation at the end of text



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text



See explanation at the end 0f text